

B-27

スプリットティ形式柱梁接合部のアルミニウム構造への適用性に関する研究
 -柱梁接合部に嵌入した十字型補強材が柱の応力分布に及ぼす影響-

Study on Applicability of Split-Tee Beam-Column Connections to Aluminium Structure
 -Effect of Installing of Cross-Shaped Reinforcements on Stress Distribution of Column-

○小川舞³, 岡田章¹, 宮里直也¹, 廣石秀造²
 *Mai Ogawa³, Akira Okada¹, Naoya Miyasato¹, Shuzo Hiroishi²

Abstract : In recent years, several cases of using an aluminium alloy as a structure have been reported, but in many cases, only a roof frame is used, and aluminium materials are generally used only for small-scale properties. One reason for this is that the design method of the beam-column frame made of aluminium is not established. Aluminium is suitable for bolted joints because strength decreases when welded. In this paper, the authors propose a model using aluminium cross-shaped reinforcements for the split-tee beam-column joint and verify the structural characteristics with numerical analysis.

1. はじめに

アルミニウム合金(以下, 「アルミニウム」)は, 純アルミニウムの優れた意匠性, 加工性, 軽量性等の性質を活かしながら, さらに強度を向上させた材料として, 近年, 構造体に用いた事例が報告されている. この事例の多くはアルミニウム押出管による立体トラス屋根であり, 屋根架構を支持する下部構造は鋼構造あるいはRC造が多数を占め, 架構全体にアルミニウム材が用いられているのは小規模の建物に限られている. これは, アルミニウム材で構成されたラーメン架構の設計手法が未確立であることに起因していると考えられる.

アルミニウム構造の柱梁接合部の設計では, 鉄骨造に準じて許容応力度計算を行うのが一般的である^[1]. しかし, 一般的な鋼構造のラーメン架構と同様に接合部を溶接した場合, 多くのアルミニウム材は溶接部近傍で軟化し強度低下を引き起こす. そのため, アルミニウム構造ではボルト等による乾式の接合が適していると考えられる. 以上を踏まえて, 著者らは, スプリットティ形式の高力ボルト引張接合に着目し, 検討を進めている. スプリットティ形式の高力ボルト引張接合は鋼構造の分野で広く研究が行われており, 「鋼構造接合部設計指針^[2]」等に設計規準が示されている. しかし, 国内ではアルミニウム構造の同形式に対する研究は未だ不十分であり, 実用化に向けて, より具体的なモデルに対する検討を行う必要がある. これまでに, 角形管柱に十字型補強材を嵌入したスプリットティ形式のアルミニウム製柱梁接合部を対象とした検証が行われているが, 曲げモーメント作用時にスプリットティを介して引張力が作用する角形管柱で発生する面外変形について課題が報告されている^[3].

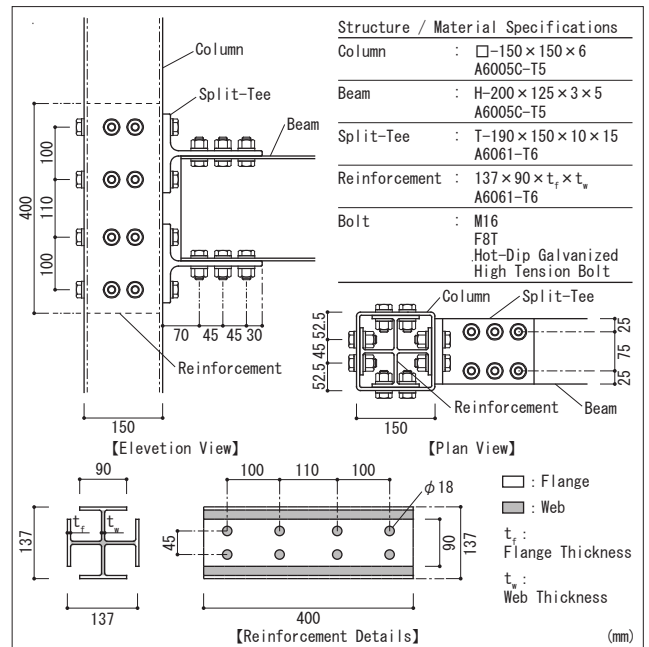


Fig.1 Outline of Model

以上の点を踏まえて, 本報では柱材の面外変形の抑制と剛性及び耐力の向上に対する寄与を期待して, 十字型形状の補強材を使用したスプリットティ形式の柱梁接合部を提案し(Fig.1), その構造特性を数値解析的に検証する.

2. 数値解析概要

角型管柱に対して1本の梁が接合するト字型柱梁接合部を対象として, 数値解析を用いて接合部の力学的性状を把握した. 数値解析概要をFig.2に示す. 1辺150mm, 厚さ6mm, 長さ1200mmの角型管柱に, 十字型補強材及びスプリットティをボルトで締結したモデルを対象とする. 補強材は柱内寸より1mm小さく, 柱との間に平均0.5mmの隙間が存在する. 本報では, 上下のスプリットティにそれぞれ逆方向の载荷を行い, 梁から

1 : 日大理工・教員・建築 2 : 日大短大・教員・建築 3 : 日大理工・院(前)・建築

柱に伝わる曲げモーメントを模擬した。解析はすべてのボルトに初期張力として設計ボルト張力80.4kNを導入し、その後、角型管柱の降伏荷重Pに相当する80.6kNをスプリットティに載荷した。境界条件は上下の柱端部をピン支持とし、部材同士の接触面にはそれぞれすべり係数を設定して摩擦を考慮した。また、パラメータはボルトの締結面数(2,4面)、補強材のフランジ厚($t_f=4, 6, 8\text{mm}$)、ウェブ厚($t_w=4, 6, 8\text{mm}$)とした。

3. 数値解析結果

2面締結, $t_f=6\text{mm}$, $t_w=6\text{mm}$ のモデルのボルト締結後(以下,「締結後」)及び曲げモーメント荷重の載荷後(以下,「載荷後」)における,柱中央部のボルト締結面の主応力図をFig. 3に示す。柱のスプリットティとの接触面をA面,その対面をB面とおくと,締結後はB面のボルト孔周辺に応力が集中している。ボルトの張力導入はA面, B面の順に行っており, A面締結時に離隔したB面と補強材の隙周($t=1\text{mm}$)を, B面締結時に密着させる必要があるため, A面より応力が大きくなったと考えられる。また, 載荷後は, B面のボルト孔を中心に応力の大きい範囲が広がった。これに対して, 最大応力は締結後の方が大きい結果となった。これは, ボルト締結時の局所的な応力集中が原因と考えられる。

各モデルの締結後及び載荷後の柱の最大応力をFig. 4に示す。いずれの項目においても, 2面締結より4面締結の方が応力が大きくなった。ボルト張力が比較的大きいことから, 締結面数が多いほどボルト締結後に柱に大きな応力が生じたためと考えられる。締結後の応力は2面, 4面共に $t_f=8\text{mm}$, $t_w=6\text{mm}$ 及び $t_f=6\text{mm}$, $t_w=8\text{mm}$ のモデルが大きくなっている。これは, 補強材の剛性が大きいことに伴い, 柱側の変形が大きくなったことが原因と考えられる。 $t_f=6\text{mm}$, $t_w=4\text{mm}$ を除く2面締結では, 載荷後の最大応力が締結後より僅かに小さくなっている。これは, 補強材ウェブと平行な柱側面を介して応力が伝達したことが要因と考えられる。一方, $t_f=6\text{mm}$, $t_w=4\text{mm}$ では, 他の2面締結と異なり載荷後の最大応力が締結後より僅かに大きくなっており, 補強材のウェブとフランジの厚さの違いが応力の伝達メカニズムに及ぼす影響が大きいために把握された。

4. まとめ

本報では, 角型管柱に十字型補強材を嵌入したアルミニウム製スプリットティ形式柱梁接合部を対象として, ボルトの締結及びト字型柱梁接合部にモーメント荷重が生じた場合の応力伝達について数値解析を用いて検証した。今後, 十字型柱梁接合部における数値解析及び実規模モデルの加力実験を行う予定である。

参考文献

[1]アルミニウム建築構造協議会:「アルミニウム建

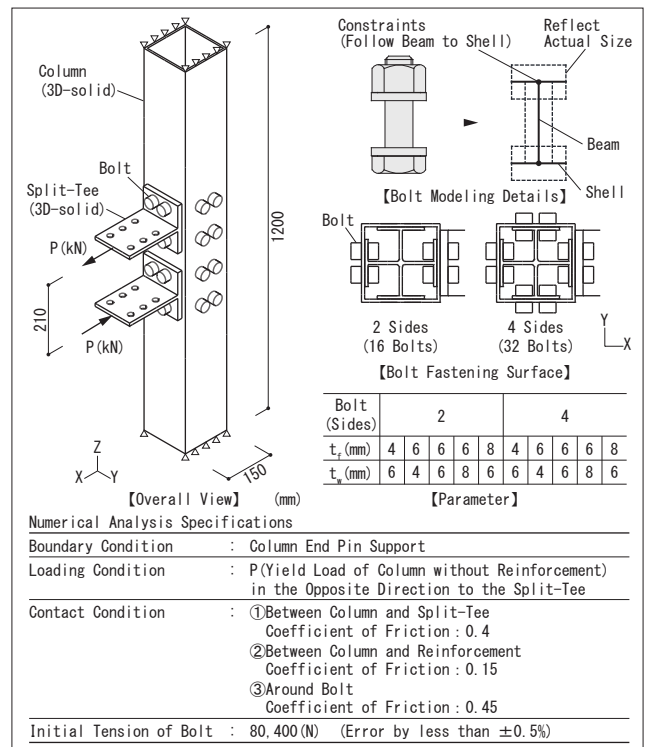


Fig.2 Outline of Numerical Analysis

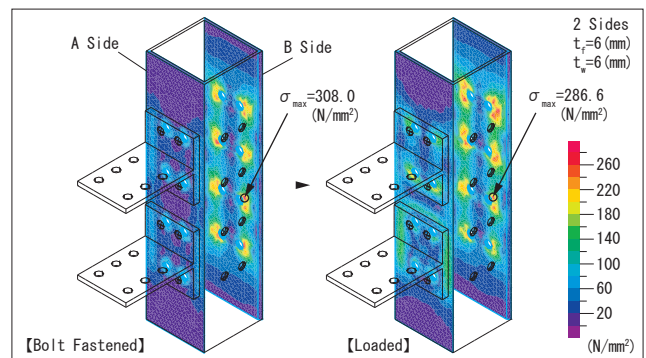


Fig.3 Effective Stress on the Column

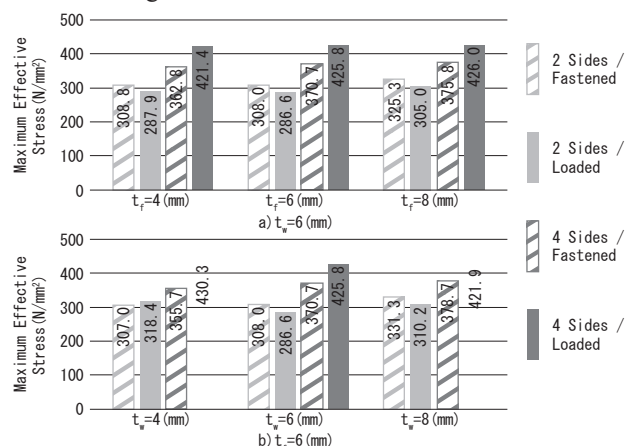


Fig.4 Maximum Effective Stress on the Column

「建築構造設計規準・同解説」, 2016. 3
 [2]日本建築学会:「鋼構造接合部設計指針」, 2012. 3
 [3]麻生, 他:「スプリットティ形式高力ボルト引張接合で構成されたアルミニウム柱・梁接合部に関する基礎的研究」, AIJ大会(北陸), 構造III, pp. 865-868, 2019. 9